

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE

de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

**BREVET D'INVENTION**

P.V. n° 129.946

N° 1.553.046

Classification internationale :

F 03 d

**Perfectionnements aux aérogénérateurs.**

Société dite : AÉROWATT résidant en France (Paris).

**Demandé le 28 novembre 1967, à 14<sup>h</sup> 38<sup>m</sup>, à Paris.**

Délivré par arrêté du 2 décembre 1968.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 2 du 10 janvier 1969.)

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

On a déjà proposé d'assurer la régulation de puissance d'une hélice éolienne couplée à une génératrice en donnant aux pales de cette hélice un tracé tel que le rendement de l'hélice varie en sens inverse de la variation de l'énergie du vent selon une loi convenable, à partir d'une certaine limite inférieure de la vitesse du vent. Pour ce faire, les caractéristiques « couple-vitesse » de l'hélice sont déterminées de manière que le point de fonctionnement commence à se déplacer vers les zones de faibles rendements aérodynamiques lorsque la vitesse du vent approche de la valeur pour laquelle la génératrice atteint la puissance maximale compatible avec la sécurité.

Avec un tel aérogénérateur, à vitesse constante de l'hélice, la partie la plus importante de la caractéristique, du point de vue de la régulation, c'est-à-dire celle qui correspond à une vitesse du vent supérieure à une certaine vitesse limite correspondant à la puissance maximale imposée, se rapproche sensiblement d'une caractéristique isocouple.

L'aérogénérateur selon l'invention est du type ci-dessus, c'est-à-dire fonctionnant sur des caractéristiques telles que l'essentiel de la régulation est acquis sans mouvement des pales, ce qui entraîne une plus grande stabilité de la régulation que dans les systèmes à pas variables habituels qui réduisent la puissance par augmentation du calage, mais il est perfectionné en étant doté, d'une part, d'un système de masselottes centrifuges agencé de manière à réduire le calage d'au moins une partie des pales lorsque la vitesse de rotation tend à augmenter, d'autre part, d'un système de butées et de moyens de rappel contre ces butées qui définissent mécaniquement le calage initial et le calage optimal de fonctionnement jusqu'à la vitesse nominale.

Dans une forme de réalisation particulièrement simple, la pale, ou partie de pale, en particulier l'extrémité, est montée pivotante autour

d'un axe et entraîne, par l'intermédiaire d'un bras par exemple, l'extrémité d'un ressort de rappel qui tend à la maintenir en contact avec une butée fixe définissant le calage initial.

Ce peut être la pale, ou partie de pale, elle-même, qui constitue le système de masselotte centrifuge. Il peut aussi être prévu que la masselotte est montée à l'extrémité d'un bras solidaire de la pale, ou partie de pale. Le bras portant la masselotte et le bras d'accrochage du ressort peuvent alors former un seul et même levier coudé.

Dans une variante de réalisation la pale ou partie de pale est solidaire d'un talon, ou élément analogue, agencé pour entraîner l'extrémité mobile d'un second ressort retenue par une seconde butée fixe, quand la pale, ou partie de pale, a tourné d'un certain angle. Dans ce cas, la première butée correspond à un calage initial assurant un couple de démarrage élevé et la seconde butée, ou butée principale atteinte à une certaine vitesse, par exemple à mi-vitesse, correspond au calage optimal de fonctionnement jusqu'à la vitesse nominale.

Le second ressort ci-dessus peut être accroché à un bras secondaire pivotant autour de l'axe de rotation de la pale, ledit ressort rappelant ce bras au contact de la seconde butée.

Dans une variante, le second ressort est en appui par son extrémité libre sur la seconde butée fixe et le talon, ou élément analogue, est disposé de façon à entraîner directement ladite extrémité après la rotation déterminée de la pale.

Pour mieux faire comprendre l'invention, on a représenté au dessin annexé :

A la figure 1, un schéma de principe donnant les composantes de portance et de trainée d'un élément de pale d'aérogénérateur;

A la figure 2, un schéma du mécanisme de régulation selon l'invention; et

A la figure 3, un schéma d'une variante du

mécanisme de la figure 2.

Sur la figure 1, est représenté un élément de pale et les différentes composantes des forces résultant de l'action d'un vent relatif  $W$  d'angle  $\beta$  sur ledit élément dont l'angle de calage est  $\alpha$ .

On sait que la composante motrice sur l'élément est :

$$dF = dP \sin \beta - dT \cos \beta$$

La portance  $dP$  étant sensiblement proportionnelle à l'incidence  $i = (\beta - \alpha)$ , le réglage de cette composante motrice s'obtient habituellement par le réglage dans le même sens de la portance, donc de l'incidence. En particulier, si l'aérogénérateur est peu chargé, les faibles valeurs de  $dF$  correspondent à de faibles valeurs de  $dP$ , par suite à de faibles valeurs de  $i$  et les variations de calage  $\alpha$  suivent sensiblement celles de l'angle du vent relatif  $\beta$ , variations qui peuvent être importantes et rapides. Dans ces conditions, les variations inévitables d'incidence se traduisent par des variations importantes des efforts appliqués sur les pales de l'hélice, donc une usure et une fatigue importantes des mécanismes de variation de pas basés sur ce principe.

Dans l'exemple de la figure 2, la pale 1 selon l'invention est dotée d'un mécanisme de variation de pas constitué par un levier coudé 2 solidaire de la pale et monté pivotant sur l'axe 3 orthogonal à l'axe de rotation de la pale. A l'une des extrémités du levier 2, est fixée une masselotte 4 et à l'autre est accroché un ressort de rappel 5. Une butée 6 détermine le calage initial  $\alpha$  de la pale.

Ce mécanisme à pas variable se réduit à la correction ou amélioration de l'autorégulation dans le fonctionnement à couple constant et dans l'adaptation de la caractéristique isocouple de fonctionnement à la charge de l'aérogénérateur.

La régulation s'effectue toujours en régime de décrochement aérodynamique dans lequel la résultante  $dR$  varie très peu, et la variation de calage nécessaire à cette régulation est très faible. En effet, l'angle de  $dR$  avec la perpendiculaire à la corde du profil ne dépasse jamais vers l'avant une valeur voisine d'une dizaine de degrés, quelle que soit l'incidence aérodynamique, de sorte qu'il suffit de réduire le calage d'un angle  $(\alpha + 10^\circ)$  pour être assuré que la composante motrice devienne négative. Or  $\alpha$  est toujours un angle petit, donc  $(\alpha + 10^\circ)$  également.

On voit qu'ici la régulation n'est pas obtenue par variation de la valeur de  $dP$  mais par variation de l'angle de  $dR$  avec le plan de rotation. En particulier, si l'aérogénérateur est peu chargé,  $\alpha$  devra diminuer au lieu d'augmenter comme dans les mécanismes habituels.

L'angle  $\alpha$  est choisi de manière à obtenir le

meilleur rendement possible tant que la vitesse de rotation de la pale est inférieure à la vitesse maximale imposée, et le couple aérodynamique reste en équilibre avec le couple électrique comme dans les aérogénérateurs autorégulés du type indiqué, mais avec l'avantage toutefois de pouvoir utiliser des génératrices à chute de tension plus élevée donc moins chères, et restant mieux adaptées sur une gamme de vent plus étendue en raison de leur variation de vitesse plus importante.

Grâce au mécanisme selon l'invention, le système de masselotte 4, qui peut d'ailleurs comprendre la pale 1 elle-même, contrarie la force de rappel du ressort 5 lorsque la vitesse de rotation tend à augmenter, et il entraîne une réduction du calage.

En outre, il est facile de prévoir le calage initial très supérieur à  $\alpha$ , pour assurer un couple de démarrage très élevé. Dans l'exemple de la figure 3, il est prévu, à cet effet, outre le levier principal 2, lié à la pale 1, et rappelé par le ressort 5, un second levier 7 monté sur le même axe 3 que le levier 2 et rappelé par ressort 8 au contact d'une butée 10. Sur le levier 2, est fixé un talon 9 disposé de façon à pouvoir entraîner le levier 7 à l'encontre de l'action du ressort 8, quand le levier 2 a pivoté d'un certain angle.

Le ressort 5, assez souple, est le ressort de démarrage et la butée 6 correspond à un calage initial assez grand assurant un couple de démarrage élevé. A mi-vitesse, on retrouve le calage  $\alpha$  correspondant à la butée principale 10, et ce calage reste constant jusqu'à la vitesse nominale au-delà de laquelle le calage est réduit et le ressort principal 8 précontraint mis en charge.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux détails de réalisation représentés ou décrits, lesquels n'ont été donnés qu'à titre d'exemples. C'est ainsi, notamment, que les ressorts utilisés peuvent travailler indifféremment en traction ou en compression; qu'au prix d'un accroissement de la variation de calage rendant la composante motrice beaucoup plus négative, il est possible d'envisager la régulation, non plus avec la totalité de la pale, mais avec un élément seulement et particulièrement avec les extrémités des pales, aérodynamiquement plus actives; que, dans ce dernier cas, le mouvement de rotation des extrémités des pales peut alors être transformé en mouvement de translation au moyen de rampes hélicoïdales et transmis aux ressorts situés à proximité de l'axe au moyen de tringles en traction agissant à travers les pales nécessairement creuses, ce mécanisme présentant un certain intérêt, notamment dans le cas des hélices de grande dimension.

#### RÉSUMÉ

La présente invention a pour objet un aéro-

générateur du type à autorégulation de puissance grâce au tracé des pales de l'hélice qui est tel que le rendement de l'hélice varie en sens inverse de la variation de l'énergie du vent selon une loi convenable, à partir d'une certaine limite inférieure de la vitesse du vent, les caractéristiques « couple-vitesse » de l'hélice étant déterminées de manière que le point de fonctionnement commence à se déplacer vers les zones de faibles rendements aérodynamiques lorsque la vitesse du vent approche de la valeur pour laquelle la génératrice atteint la puissance maximale compatible avec la sécurité, ledit aérogénérateur étant remarquable pour les points suivants pris ensemble ou en combinaisons :

1° Il comporte, d'une part, un système de masselottes centrifuges agencé de manière à réduire le calage d'au moins une partie des pales lorsque la vitesse de rotation tend à augmenter, d'autre part, d'un système de butée et de moyens de rappel qui définissent mécaniquement le calage initial et le calage optimal de fonctionnement jusqu'à la vitesse nominale;

2° Au moins une partie des pales est montée pivotante autour d'un axe et entraîne, par l'intermédiaire d'un bras par exemple, l'extrémité d'un ressort de rappel qui tend à la maintenir en contact avec une butée fixe définissant le calage initial;

3° C'est la pale, ou partie de pale, elle-même,

qui constitue le système de masselotte centrifuge;

4° La masselotte est montée à l'extrémité d'un bras solidaire de la pale, ou partie de pale;

5° Le bras portant la masselotte et le bras d'accrochage du ressort forment un seul et même levier coudé;

6° La pale, ou partie de pale, est solidaire d'un talon, ou élément analogue, agencé pour entraîner l'extrémité mobile d'un second ressort retenu par une seconde butée fixe, quand la pale, ou partie de pale, a tourné d'un certain angle;

7° Le second ressort, selon 6°, est accroché à un bras secondaire pivotant autour de l'axe de rotation de la pale, ledit ressort rappelant ce bras au contact de la seconde butée;

8° Le second ressort est en appui par son extrémité libre sur la seconde butée fixe et le talon, ou élément analogue, est disposé de façon à entraîner directement ladite extrémité après la rotation déterminée de la pale;

9° C'est l'extrémité des pales seule qui assure la régulation.

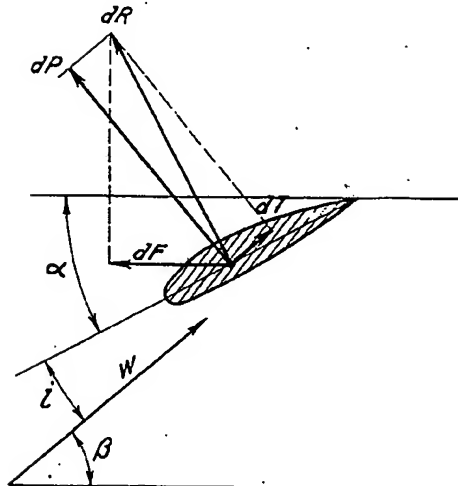
Société dite :

AÉROWATT

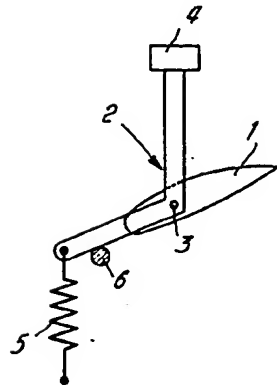
Par procuration :

Cabinet GUÉTET & BLOCH

**Fig.1.**



**Fig.2**



**Fig.3**

